



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08335279 A**(43) Date of publication of application: **17 . 12 . 96**

(51) Int. Cl.

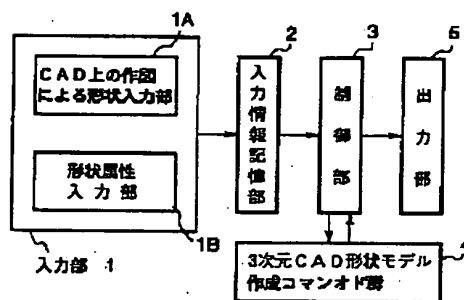
G06T 17/00**G06F 17/50**(21) Application number: **07142131**(71) Applicant: **OLYMPUS OPTICAL CO LTD**(22) Date of filing: **08 . 06 . 95**(72) Inventor: **HIGUCHI TATSUJI
NISHIDAI YASUYUKI**(54) **DESIGN SUPPORT SYSTEM**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To easily alter a model by design alteration by controlling plural command groups of a shape processing means according to a projection shape and projection properties stored in a storage means, and performing conversion into a three-dimensional shape model.

CONSTITUTION: A shape property input part 1B of an input part 1 inputs shape property information defined for converting a projection shape inputted as a shape input part by plotting on CAD into a three-dimensional shape, and an input information storage part 2 stores the inputted projection shape and its shape property information. On the basis of the information stored in the input shape storage part 2, a control part 3 generates a solid model according to a three-dimensional CAD shape generating command program of a three-dimensional CAD shape model generating command group 4 as an existent method modeler, and outputs it to an output part 5 such as a CRT screen, a printer, and a plotter.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 3 3 5 2 7 9

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 12 月 17 日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 17/00

G 0 6 F 15/60 6 2 2 A

G 0 6 F 17/50

6 2 6 G

15/62 3 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 1 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 142131

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 6 月 8 日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号

(72) 発明者 樋口 達治

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 西田井 靖之

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリンパス光学工業株式会社内

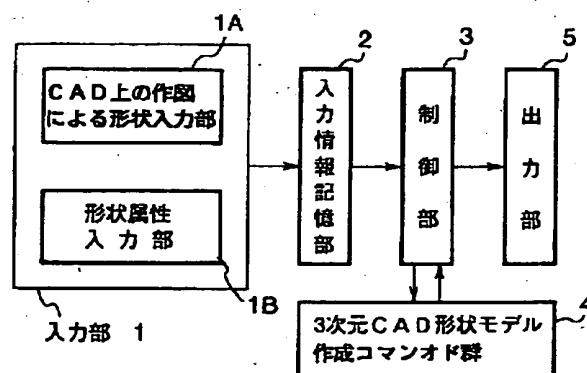
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 設計支援システム

(57) 【要約】

【目的】 形状モデルを自動生成できるようにすること。

【構成】 CAD 上の作図による形状入力部 1 A から部品の投影形状情報、例えば部品拡大図を入力すると共に、形状属性入力部 1 B よりその形状属性情報を入力し、入力情報記憶部 2 にこれらを組み合わせて記憶する。また、3 次元 CAD 形状モデル作成コマンド群 4 は、投影形状情報から 3 次元情報に変換するための複数の 3 次元 CAD 作図モジュールを有している。そして、制御部 3 は、上記入力情報記憶部 2 に記憶された上記投影形状情報と形状属性とに従って、上記 3 次元 CAD 形状モデル作成コマンド群 4 の上記 3 次元 CAD 作図モジュールを制御し、3 次元形状モデルに変換して、CRT 画面等の出力部 5 により出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 部品に関する投影形状と、この投影形状と共にその他の形状属性を組み合わせて記憶する記憶手段と、

2次元情報から3次元情報に変換処理するための複数のコマンド群を有する形状処理手段と、

上記記憶手段に記憶された上記投影形状と形状属性に基づいて、上記形状処理手段の複数のコマンド群を制御して、3次元形状モデルに変換制御する変換制御手段と、を具備したことを特徴とする設計支援システム。

【請求項2】 上記部品の上記投影形状を入力する形状入力手段と、

この形状入力手段によって入力された上記投影形状と共にその他の形状属性を入力する形状属性入力手段と、を具備し、

上記記憶手段は、上記形状入力手段によって入力された上記投影形状と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性を組み合わせて記憶することを特徴とする請求項1に記載の設計支援システム。

【請求項3】 部品の投影形状を入力する形状入力手段と、

この形状入力手段によって入力された投影形状を3次元形状に変換するための定義付けされた形状属性情報を入力する形状属性入力手段と、

上記形状入力手段によって入力された上記投影形状と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性情報とに基づいて、3次元形状モデルを自動的に作成する作成手段と、

を具備したことを特徴とする設計支援システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はコンピュータによる設計支援システム(CAD)に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、設計業務においては、仕様を満たすため、設計者はまず種々の設計案を「ボンチ絵」(日刊工業新聞社、実際の設計 p19～畑村洋太郎編)と呼ばれるラフスケッチに作成し、これらの設計案を比較検討して、ベストな案を選択する。そして、案が決ると、これを元に空間的な取り合い、組立方法、強度などの検討を進め、設計案を具体化・詳細化する。

【0003】 この過程では(マイラー)方眼紙に検討を行うための要素や部品の配置を手書きで作画し、設計検討を行なうべき情報を表現する。これは通常、暗黙に行なわれており、即ち、当該設計者もしくは当該設計者の所属する設計組織の者にしか理解できないような形で情報が表現されている。

【0004】 例えば、ある設計組織では、図28の

(A)のような表現は、平歯車のかみあいであると暗に定義されている。また、同図の(B)のような表現で

は、凸レンズ、凹レンズ、光軸、光線結像面などが暗に定義されている。このような設計情報が表現された図面を、上記文献では、「計画図」と呼んでいる。

【0005】 このような計画図で要求仕様が満足されると、部品を作るため「部品図」が、この計画図を元に作成される。この際、簡単な形状の部品は、直接、計画図から部品図を作成できるが、複雑な形状の部品や、機構中に用いられる動作部品などは、形状がソリッドとして閉じているか、詳細な形状定義を行う必要がある。このとき用いられる図面を、ここでは「部品拡大図」と呼ぶ。

【0006】 例えば、図3に示すような形状の部品に対応する部品拡大図は、図4の(A)、(B)に示すようなものとなる。図4の(A)、(B)では、部品の表面及び裏面の、部品を構成する要素面の定義が暗黙に行なわれている。ここで、Z=10は、それが描かれている面が平面で且つその面のZ方向高さが10であることを示している。そして、この部品拡大図では、各平面の境界が表現されている。

【0007】 このように形状に関わる情報も、計画図や部品拡大図では、暗に表現されている。このため、ISO等の標準でも、部品図は製図標準が完備されているが、計画図や形状定義を行なう部品拡大図等の標準は皆無である。

【0008】 ところで、近年、設計業務においてもコンピュータ化が進み、CAD(Computer Aided Design)が広く利用されるようになってきている。このCADには、主に、2次元CADと3次元CADがある。

【0009】 2次元CADは、従来ドラフタにより手書きで行なっていた製図業務を電子化したものであり、部品図を電子化したファイルに保存し、これを下流の加工工程や、他の製品で再利用することにより仕事の効率を向上している。このように、2次元CADは、主に、部品図の作成に使われている。図29に、図3に示すような形状の部品に対応する部品図を示す。

【0010】 一方、3次元CADは、実形状そのものをコンピュータ内にモデル化し、2次元CADに比べてより高度な再利用を可能としている。即ち、3次元CADは、図3に示すようなソリッドモデル(3次元形状モデル)を作成するためのものである。

【0011】 このように、現在の3次元CADでは、設計者がコンピュータ画面に向かって直接ワイヤーフレームモデルや、サーフェスモデル、ソリッドモデルを入力する必要がある。これらモデルが入力されれば、従来設計者が頭の中にもっていた第3図に示すメンタルモデル(形状のイメージ)が、CAD画面上に3次元形状モデルとして表示され、部品同士の干渉チェック、構造解析(FEM)やNC加工に再利用できる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、2次元

CADは、3次元情報を基本的にもたないため、3次元の形状モデルを生成することはできない。一方、現在の3次元CADでは、従来設計者が表現してきた計画図、部品拡大図の操作環境とは全く異なった環境であるため、CADの操作に設計者が熟練するか、あるいは、専任のアシスタントが必要となっている。

【0013】また、従来のドラフタで行っていた描画手法とは非常に異なったマンマシンインタフェースであるため、形状モデルの作成に、従来のドラフタでの部品拡大図の手書き作成に比較して、多大な時間を要し、設計者に余分な負担をかけている。

【0014】さらには、形状モデルが完成しても、設計変更が生じると、この形状モデルの変更に多大な時間を要する。その他、特殊な形状を作成する場合、そのためのCADコマンドがないと、形状が作れないという問題や、形状モデルが完成しても、モデルのデータ構造が未公開であったり、CADソフトのバージョンアップによりデータ構造が変化し、形状定義情報が抽出できないため、種々の設計検証に利用することができないという問題もあった。

【0015】本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、ソリッドモデル（3次元形状モデル）を自動生成することにより、設計者がCAD操作に熟練することなく、又、形状モデル生成に設計者が時間を要することなく、設計変更によるモデルの変更を容易に行うことができる設計支援システムを提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明による設計支援システムは、部品に関する部品図の投影図情報（以下、投影形状と称す）と、この投影形状と共に従来暗黙に定義してきた形状属性を組み合わせる記憶手段と、2次元情報から3次元情報に変換処理するための複数のコマンド群を有する形状処理手段と、上記記憶手段に記憶された上記投影形状と形状属性に基づいて、上記形状処理手段の複数のコマンド群を制御して、3次元形状モデルに変換制御する変換制御手段とを備えることを特徴とする。

【0017】あるいは、本発明による設計支援システムは、部品の投影形状を入力する形状入力手段と、この形状入力手段によって入力された投影形状を3次元形状に変換するための定義付けされた形状属性情報を入力する形状属性入力手段と、上記形状入力手段によって入力された上記投影形状と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性情報とに基づいて、3次元形状モデルを自動的に作成する作成手段とを備えることを特徴とする。

【0018】

【作用】即ち、本発明の設計支援システムによれば、記憶手段は、部品に関する投影形状と、この投影形状と共にその他の形状属性を組み合わせる記憶し、また、形状

処理手段は、2次元情報から3次元情報に変換処理するための複数のコマンド群を有している。そして、変換制御手段は、上記記憶手段に記憶された上記投影形状と形状属性に基づいて、上記形状処理手段の複数のコマンド群を制御して、3次元形状モデルに変換制御する。

【0019】あるいは、本発明の設計支援システムによれば、形状入力手段によって、部品の投影形状を入力すると共に、形状属性入力手段によって、この形状入力手段によって入力された投影形状を3次元形状に変換するための定義付けされた形状属性情報を入力すると、作成手段は、上記形状入力手段によって入力された上記投影形状と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性情報とに基づいて、3次元形状モデルを自動的に作成する。

【0020】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の一実施例を説明する。図1は、その構成を示す図で、本実施例の設計支援システムは、入力部1、入力情報記憶部2、制御部3、3次元CAD形状モデル作成コマンド群4、及び出力部5より構成されている。

【0021】ここで、入力部1は、CAD上の作図による形状入力部1Aと形状属性入力部1Bとから成る。CAD上の作図による形状入力部1Aは、例えば、図2に示すように、出力部5の一部を構成するCRT画面上に、部品拡大図としての投影形状（BOUNDARY：境界）を入力するためのものである。

【0022】また、形状属性入力部1Bは、上記CAD上の作図による形状入力部1Aによって入力された投影形状を3次元形状に変換するための定義付けされた形状属性情報を入力するためのものである。この形状属性入力部1Bでの形状属性の入力は、例えば、部品拡大図における各面（領域）をマウスクリックすることで、同図に示すように、入力用のウィンド5Aを開き、ここで各形状属性を入力する。

【0023】例えば、図3に示すような3次元形状（3次元ソリッドモデル）を得ようとする場合、図4の

(A)、(B)に示すような部品拡大図がCAD上の作図による形状入力部1Aによって入力され、これらの各面について、形状属性入力部1Bによって、図5に示すように形状属性情報が入力される。

【0024】なお、これら形状属性のうち、「面の種類」としては、本実施例では、平面（Plane）、円錐面（Cone）、球面（Sphere）、円環面（Torus）を扱うものとする。また、「境界領域」については、CADデータ交換の規格であるIGES等の規格に従って入力すれば良いものであり、その入力法は、マウスによって境界をなぞることや、キーボードによる数値入力等が採用可能である。

【0025】入力情報記憶部2は、このようにして入力された投影形状及びその形状属性情報を記憶する。制御

部3は、入力情報記憶部2に記憶された情報に基づいて、既存のソリッドモデラーである3次元CAD形状モデル作成コマンド群4の3次元CAD形状作成コマンド（プログラム）に従ってソリッドモデルを生成して、CRT画面やプリンタ、プロッタ等の出力部5に出力する。

【0026】以下、この制御部3の動作を説明する。まず、概念について述べる。

1. まず、入力情報記憶部2に記憶された投影形状情報より、投影方向を調べる。図5では、2方向（Z+及びZ-）で各々反対方向である。

【0027】2. 次に、各面の種類、位置姿勢、境界領域情報より、各投影方向の最も外側にあたる座標を求める。

投影：表側（Z+）では $Z1=20$
裏側（Z-）では $Z2=0$

である。

【0028】3. 次に、各面の境界領域b1、b2、b3、b6より、図6の上方に示すように、境界を3次元CAD内に生成する。そして、3次元CAD形状モデル作成コマンド群4に記憶されたソリッド作成コマンドで、この境界を、各面の実体方向とは逆向きに、各々基準となる高さであるZ1top、Z2topまで投影し、同図の下方に示すように、ソリッドS1、S2、S3、S6を生成する。

【0029】4. 次に、入力情報記憶部2に記憶された外形情報より、外形境界b5をZ1topからZ2topまで投影し、ソリッドS5を生成する。

5. そして、この外形ソリッドS5から、各面から生成したソリッドS1、S2、S3、S6を、セットオペレーション（ソリッドモデルのブーリアン演算）により引き算する。この結果として、貫通穴なしの部品ソリッドが生成される。

【0030】6. 最後に、貫通穴の境界b4をZ1top～Z2top間でソリッド化し、先の外形ソリッドS5から引き算すると、図3のようなソリッドモデルが得られる。

【0031】即ち、

part=S5-S1-S2-S3-S6-S4

である。

【0032】このように、部品の構成要素として平面（水平面、斜面）、球面、円錐面（円柱を含む）、円環面、断面形状を回転する事により得られる形状（以下、ボス）、穴、などがあり、それぞれの領域を表す境界線及び高さから、部品形状の反対形状が生成できる（S1、S2、S3、S6、S4）。これを部品拡大図の外形形状を投影したソリッド（S5）から引き算することで、部品の3次元形状モデルが生成される。

【0033】次に、図7乃至図9に示す一連のフローチャートを参照して、制御部3の動作を具体的に説明す

る。今、部品拡大図として、図10及び図11に示すような上面図及び下面図を考えるものとする。なお、これらの図においては、説明の簡略化のために、各面の形状属性を同時に記載しているが、これらの形状属性は、前述したようにウィンドにおいて記述されるものである。これらの形状属性は、閉じた領域を示す境界線と、面の高さの値と、面の種類からなっている。

【0034】まず、ある面について（面1より）境界（BOUNDARY）つまり面の認識を行い（ステップS1）、その面の種類、面の姿勢（X-Y平面に対する角度）、型の方向をそれぞれ認識する（ステップS2、S3、S4）。そして、ある高さ（基準となる高さZ1top、Z2top）まで境界を投影（PROJECT）して、ソリッド（SOLID）を生成する（ステップS5）。以下、このソリッドを基本ソリッドと称する。

【0035】次に、上記ステップS2にて認識されたその面の種類が平面かどうか判断し（ステップS6）、そうであれば、さらに投影していない境界の有無を調べる（ステップS7）。そして、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0036】また、上記ステップS6において、面が平面でないと判断されたならば、次に、その領域が穴であるかどうか判断する（ステップS8）。穴であれば、基準位置（図10、図11の場合は、Z=0）からある高さまで投影し、ソリッドを生成する（ステップS9）。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0037】こうして生成された基本ソリッドは、図12及び図13に示すようになる。以下、これらを基本ソリッド1、基本ソリッド2と呼ぶものとする。次に、上記ステップS8において、穴でないと判断された場合には、その面が球面であるかどうか判断する（ステップS10）。球面であれば、その球の属性（中心座標、半径）を認識し（ステップS11）、さらには、球の基本ソリッドに対する凹凸を認識する（ステップS12）。そして、上記認識した球の属性に基づいて球のソリッドを生成し（ステップS13）、上記認識した凹凸に基づいて、この生成した球ソリッドと基本ソリッドとの演算（Union or Defference）を行う（ステップS14）。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0038】つまり、球の中心座標と高さから部品側で凸であることがわかる。よって、中心座標と半径で生成された球ソリッドを、基本ソリッド1から引き算（Defference）する。

【0039】次に、上記ステップS10において、球面でないと判断された場合には、その面が円環面であるか

どうか判断する(ステップS15)。円環面であれば、その円環の属性(断面形状、ガイドライン、座標値)を認識し(ステップS16)、さらには、円環の基本ソリッドに対する凹凸を認識する(ステップS17)。そして、上記認識した円環の属性に基づいて円環のソリッドを生成し(ステップS18)、上記認識した凹凸に基づいて、この生成した円環ソリッドと基本ソリッドとの演算を行う(ステップS19)。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0040】つまり、円環は、円環の断面形状と、断面形状をスイープさせる基準線とで与えられる。この場合、部品側で凸となるか凹となるかがわからないため、凹凸の指定も与える。図10の場合、部品側で凸となるため、円環を生成した後、基本ソリッド1から引く。

【0041】次に、上記ステップS15において、円環面でない判断された場合には、その面が円錐面であるかどうか判断する(ステップS20)。円錐面であれば、その円錐の属性(中心軸位置、上面半径、下面半径)を認識し(ステップS21)、さらには、円錐の基本ソリッドに対する凹凸を認識する(ステップS22)。そして、上記認識した円錐の属性に基づいて円錐のソリッドを生成し(ステップS23)、上記認識した凹凸に基づいて、この生成した円錐ソリッドと基本ソリッドとの演算を行う(ステップS24)。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0042】つまり、円錐は、中心軸の座標と頂角により定義できる。また、円柱は、円錐の頂角 0° の場合である。この円錐の場合も、凹凸の指定を与える。図10の場合、部品側で凸であるため、円錐ソリッドの生成後、基本ソリッド1から円錐ソリッドを引く。

【0043】次に、上記ステップS20において、円錐面でない判断された場合には、その面が断面であるかどうか判断する(ステップS25)。断面であれば、その面の境界及び中心軸を認識し(ステップS26、S27)、さらには、回転(ROTATE)してできるソリッドの基本ソリッドに対する凹凸を認識する(ステップS28)。そして、上記認識した境界及び中心軸に基づいて断面を回転してソリッドを生成し(ステップS29)、上記認識した凹凸に基づいて、この生成したソリッドと基本ソリッドとの演算を行う(ステップS30)。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【0044】つまり、ボスは、断面の形状と回転軸とで定義される。断面形状は、図10においては、説明のため横に付してあるが、実際にはX-Y平面に垂直な平面上に書かれている。図10では、ボスは部品側で凸とな

るため、基本ソリッド1からボス部分を引く。

【0045】なお、上記ステップS25において、断面でもない判断された場合には、エラーメッセージを表示した後(ステップS31)、上記ステップS7に進むものとする。

【0046】以上の手順で作成されたソリッドは、図14及び図15に示すようになる。そして、上記ステップS7において、投影していない境界がない判断された場合には、基本ソリッドの結合(UNION)を行って型を生成し(ステップS32)、次に、この型の中空部分を内包し、且つ型に内包されるソリッド(部品用ソリッド)を生成する(ステップS33)。そして、この部品用ソリッドから型を引くことで部品のソリッドを生成し(ステップS34)、CRT画面に表示する(ステップS35)。その後、このソリッドからワイヤフレームの定義(部品の外形を表す線)を抽出し(ステップS36)、処理を終える。なお、このワイヤフレームの定義は、相貫線を含むものとする。

【0047】つまり、図10及び図11から得られる外形形状(円)を投影したソリッド(円柱)から、図14及び図15に示されるソリッドを引いたものが、最終的に求められる部品のソリッドである。この引き算で得られた結果である部品のソリッドは、図16に示すようになる。

【0048】以上のように、通常、3次元のソリッドモデルを作成するためには、ソリッドを構成する要素を3次的に作成する必要があり、オペレーションを習得した専任のオペレータなどが作業を行っているのに対し、本実施例によれば、ソリッドの生成を自動化することにより、設計者が通常の2次元CADと同等の2次元の作図と、3次元化するための高さの情報及び面の種類の定義のみで、ソリッドモデルの生成が可能となる。

【0049】なお、実際の部品を作成する際には、上記ステップS32で生成された型、いわゆる金型を作成し、これに樹脂等を充填して部品を作成することになる。従って、この実際の射出成形等に用いられるゲートや突き出しピン等の位置についても定義しておくことが必要となる。

【0050】この場合には、例えば、図17及び図18に示すような部品拡大図において、部品の定義にとどまらず、同時に金型の定義、つまりパーティング面10、上下の金型をつきあわせるくい切り面11、ゲート(Gate)12、突き出しピン13、型の外形14、等が与えられている。

【0051】ここで、パーティング面10とは、型を2分割する面(ここでは $Z=0$ の面)であり、くい切り面11もパーティング面の一種である。よって各々の閉じた領域を表す境界線を、パーティング面との上下を考慮して投影したソリッドを生成することで型の生成が可能である。また、くい切り面も一種のパーティング面であ

るが、図17において、パーティング面が $Z=0$ 、くい切り面が $Z=7$ であることより、下側の型がくい切り面まで凸、上側の型がくい切り面まで凹となる形状であることがわかる。

【0052】また、ゲート12とは、射出成形時に樹脂を充填するための穴のことであり、突き出しピン13とは、成形された部品を型から剥離するために外部から挿入されるピンのことである。

【0053】なお、ゲート12は、型又は部品を凹にする。また、突き出しピン13は、型と同一面上にあるので、型の方向に投影する。以上の手順で、ステップS32において生成される型のソリッドは、図19及び図20に示すようになる。

【0054】従って、ステップS34において、型に内包され且つ型の中空部分を内包するソリッドからこのような型を引くと、図21に示すように、求める部品のソリッドが生成される。

【0055】このように、通常は部品の形状の定義が成された後に型の設計が行われるが、本実施例によれば、部品の定義と同時に型の定義を行うため、ソリッド生成の途中段階で型のソリッドが自動的に生成される。これにより、部品のソリッドの自動生成のみならず、型のソリッドの自動生成により、大幅な部品製造日程の短縮が可能となる。

【0056】また、上記ステップS36のワイヤフレームの定義抽出処理において、相貫線も抽出することにより、部品拡大図として実際の部品形状と異なる形状を作図したとしても、実際の部品の形状と整合のとれた図に修正することができる。

【0057】例えば、図22及び図23に示すような部品拡大図の上面図及び下面図において、球の中心及び円錐の中心軸は共に $Z=1.5$ にあり、円柱の表面は $Z=2$ にある。この部品拡大図では、球、円錐共に $Z=1.5$ に描かれたものであり、実際の部品の上面の形状とは明らかに異っている。

【0058】円柱、球、円錐のソリッドモデルを各々の境界線や高さの情報から、前述したようにして部品ソリッドを生成すると、図24に示すようなソリッドモデルが得られる。ここで、球と円柱表面、及び円錐と円柱表面との交線は相貫線である。しかしながら、ソリッドモデルを生成したことにより、交線（相貫線）は容易に求められる。この相貫線の情報を部品拡大図にフィードバックすることによって、部品の形状と整合のとれた図面となる。このように相貫線の情報をフィードバックすると、部品拡大図は、図25に示すようになる。

【0059】つまり、従来の部品拡大図では、相貫線の形状を計算によって求めて作図するか、又は近似した線を作図し、あいまいな図を用いていた。しかしながら、本実施例によれば、ソリッドを自動生成することにより、相貫線までも自動的に描かれ、実際の部品形状に正

確な作図が可能となる。

【0060】なお、図26及び図27は、参考のため、上記フローチャートに相当するプログラムを示すものである。これは、簡略化のために、本質的なところのみを示すものであり、図16の部品の円環部、ボス部、球状部、傾斜面を除いた部品に相当する部品の場合である。

【0061】以上実施例に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能である。ここで、本発明の要旨をまとめると以下のようになる。

【0062】(1) 部品に関する投影形状と、この投影形状と共にその他の形状属性を組み合わせて記憶する記憶手段と、2次元情報から3次元情報に変換処理するための複数のコマンド群を有する形状処理手段と、上記記憶手段に記憶された上記投影形状と形状属性に基づいて、上記形状処理手段の複数のコマンド群を制御して、3次元形状モデルに変換制御する変換制御手段と、を具備したことを特徴とする設計支援システム。

【0063】(2) 上記部品の上記投影形状を入力する形状入力手段と、この形状入力手段によって入力された上記投影形状と共にその他の形状属性を入力する形状属性入力手段と、を具備し、上記記憶手段は、上記形状入力手段によって入力された上記投影形状と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性を組み合わせて記憶することを特徴とする上記(1)に記載の設計支援システム。

【0064】(3) 上記形状処理手段は、金型作成のための形状処理を備えていることを特徴とする上記(1)に記載の設計支援システム。

(4) 上記変換手段は、上記金型を作成した後に、この金型から上記部品の3次元形状モデルを生成することを特徴とする上記(3)に記載の設計支援システム。

【0065】(5) 上記形状処理手段は、相貫線の処理機能を有することを特徴とする上記(1)に記載の設計支援システム。

(6) 上記形状属性入力手段は、上記投影形状の基準位置からの高さを入力することを特徴とする上記(1)に記載の設計支援システム。

【0066】(7) 部品の投影形状を入力する形状入力手段と、この形状入力手段によって入力された投影形状を3次元形状に変換するための定義付けされた形状属性情報を入力する形状属性入力手段と、上記形状入力手段によって入力された上記投影形状と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性情報とに基づいて3次元形状モデルを自動的に作成する作成手段と、を具備したことを特徴とする設計支援システム。

【0067】(8) 上記作成手段は、金型に関する知識を記憶し、上記3次元形状モデルの作成の際に金型も作成することを特徴とする上記(7)に記載の設計支援

システム。

【0068】(9) 上記作成手段は、まず金型を作成した後に、この金型を基に上記部品の3次元形状モデルを作成することを特徴とする上記(8)に記載の設計支援システム。

【0069】(10) 上記作成手段は、上記投影形状と上記形状属性情報とから不明確な境界部分を処理する処理手段を有することを特徴とする上記(7)に記載の設計支援システム。

【0070】(11) 上記不明確な境界部分は相貫線であることを特徴とする上記(10)に記載の設計支援システム。

(12) 投影形状情報と、形状属性情報を組み合わせて記憶する記憶手段と、投影形状情報から3次元情報に変換するための複数の3次元CAD作図モジュールを有する形状処理手段と、上記記憶手段に記憶された上記投影形状情報と形状属性とに従って、上記形状処理手段の上記3次元CAD作図モジュールを制御し、3次元形状モデルに変換する変換手段と、を具備したことを特徴とする設計支援システム。

【0071】(13) 部品の投影形状情報を入力する形状入力手段と、この形状入力手段によって入力された投影形状情報と共に形状属性情報を入力する形状属性入力手段と、を具備し、上記記憶手段は、上記形状入力手段によって入力された上記投影形状情報と、上記形状属性入力手段によって入力された上記形状属性情報を組み合わせて記憶することを特徴とする上記(12)に記載の設計支援システム。

【0072】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、ソリッドモデル(3次元形状モデル)を自動生成することにより、設計者がCAD操作に熟練することなく、又、形状モデル生成に設計者が時間を要することなく、設計変更によるモデルの変更を容易に行うことができる設計支援システムを提供することができる。

【0073】即ち、形状属性の形で表現された形状定義を行なうことにより、現状のCADによるデータ構造の問題を回避でき、種々の設計検証に形状定義を利用することが可能となる。

【0074】また、設計者が従来親しんできた計画図、部品拡大図等の図面中で形状定義を行うため、CAD操作の熟練の必要がない。さらに、ソリッドモデルの作成に要する時間を合理化でき、例えば、勤務時間外に機械にこれを作成させることが可能となり、大幅な効率向上の期待ができる。

【0075】また、設計変更は、形状属性の形で表現された形状定義を変更するのみでよく、設計変更により生ずるCADの操作を一切必要としない。さらに、ソリッドモデル生成のための負担を激減させることにより、部品間の干渉や、FEM、型設計、NCなどの、本来利用

したい3次元CADの導入効果がさらに実現可能となる。また、部品のソリッドモデル以外に型のソリッドモデルをも得ることができ、設計下流の加工、製造工程も合理化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の設計支援システムのブロック構成図である。

【図2】CAD上の作図による形状入力部及び形状属性入力部の動作を説明するための表示例を示す図である。

【図3】3次元形状(3次元ソリッドモデル)の例を示す図である。

【図4】図3の例に対応する部品拡大図を示す図である。

【図5】図3の例における形状属性の記述例を示す図である。

【図6】ソリッドモデル生成の概念を説明するための図である。

【図7】制御部の動作フローチャートの最初の部分を示す図である。

【図8】制御部の動作フローチャートの第2の部分を示す図である。

【図9】制御部の動作フローチャートの最後の部分を示す図である。

【図10】制御部の動作を説明するための第1の実例の部品拡大図のうちの上面図である。

【図11】制御部の動作を説明するための第1の実例の部品拡大図のうちの下面図である。

【図12】図10の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて生成される基本ソリッドを示す図である。

【図13】図11の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて生成される基本ソリッドを示す図である。

【図14】図10の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいてすべての境界を投影した段階で得られるソリッドを示す図である。

【図15】図11の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいてすべての境界を投影した段階で得られるソリッドを示す図である。

【図16】図10及び図11の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて最終的に生成されるソリッドモデルを示す図である。

【図17】制御部の動作を説明するための第2の実例の部品拡大図のうちの上面図である。

【図18】制御部の動作を説明するための第2の実例の部品拡大図のうちの下面図である。

【図19】図17の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて得られる型のソリッドを示す図である。

【図20】図18の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて得られる型のソリッドを示す図である。

【図21】図17及び図18の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて最終的に生成されるソリッドモデル

ルを示す図である。

【図22】制御部の動作を説明するための第3の実例の部品拡大図のうちの上面図である。

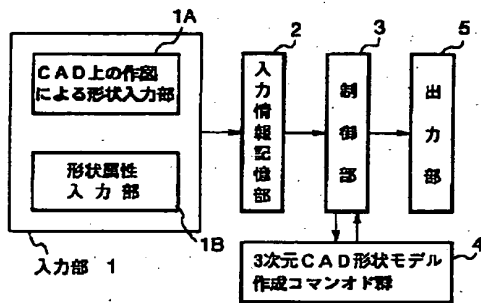
【図23】制御部の動作を説明するための第3の実例の部品拡大図のうちの下面図である。

【図24】図22及び図23の部品拡大図に対応する形状属性情報に基づいて最終的に生成されるソリッドモデルを示す図である。

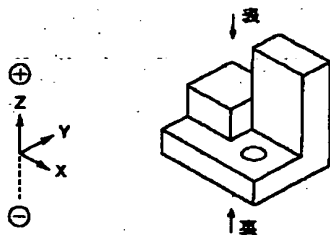
【図25】図24のソリッドモデルより相貫線の情報をフィードバックして得られる部品拡大図を示す図である。

【図26】図16の部品の円環部、ボス部、球状部、傾斜面を除いた部品に相当する部品の場合における図7乃至図9のフローチャートに相当するプログラムの前半部

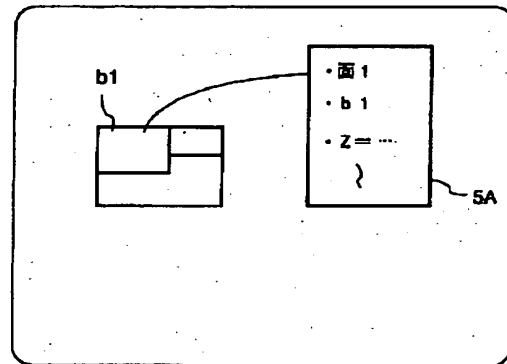
【図1】



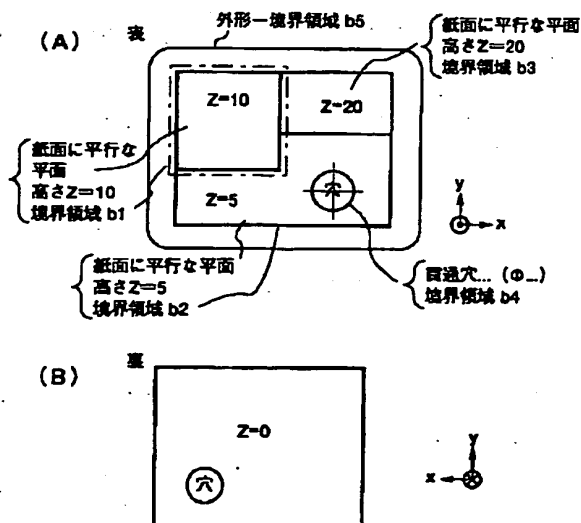
【図3】



【図2】



【図4】



【図5】

投影： 表側 (Z軸⊕側)

面情報

面1： (面の種類)
(面の位置)
(面の姿勢)
(実体方向)
(境界領域)

面2： (面の種類)
(面の位置)
(面の姿勢)
(実体方向)
(境界領域)

面3： (面の種類)
(面の位置)
(面の姿勢)
(実体方向)
(境界領域)

穴情報

穴： (面の種類)
(面の位置)
(面の姿勢)
(穴の種類)
(境界領域)

外形情報

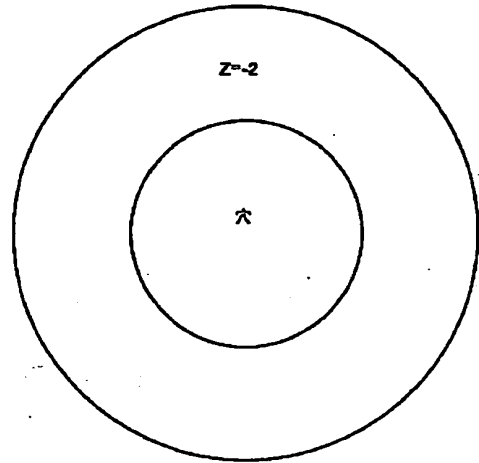
(境界領域)

投影： 裏側 (Z軸⊖側)

面情報

面4： (面の種類)
(面の位置)
(面の姿勢)
(実体方向)
(境界領域)

【図11】

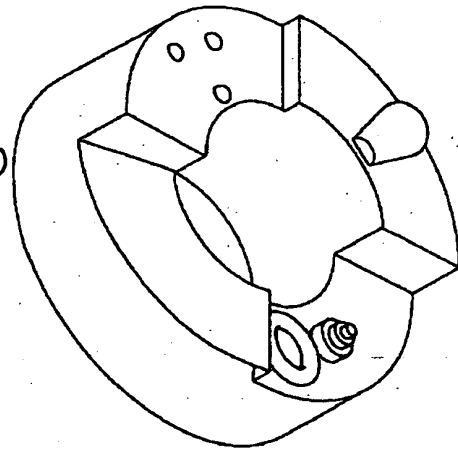


Plane
Z=10
(Z軸に直角)
Z軸⊖側
b1

Plane
Z=5
(Z軸に直角)
Z軸⊖側
b2

Plane
Z=20
(Z軸に直角)
Z軸⊖側
b3

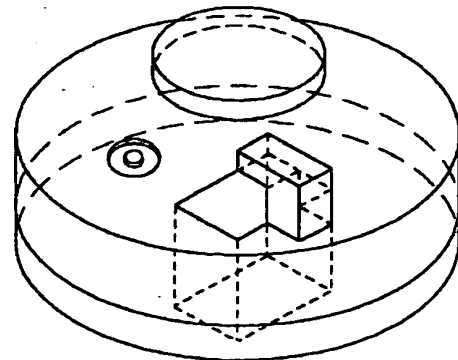
【図16】



Cylinder
(x=4.5 y=1.5)
Z軸方向
貫通穴
b4

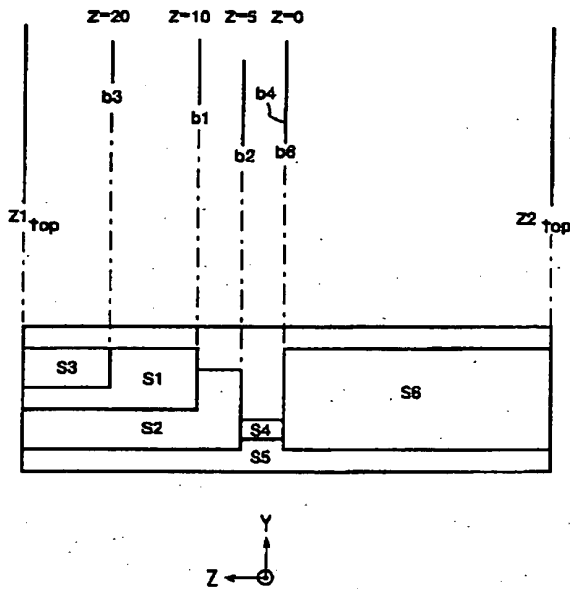
b5

【図21】

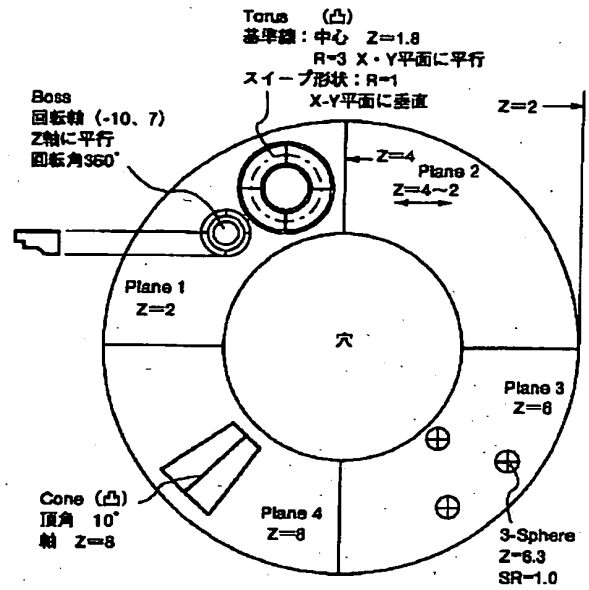


Plane
Z=0
(Z軸に直角)
Z軸⊕側
b6

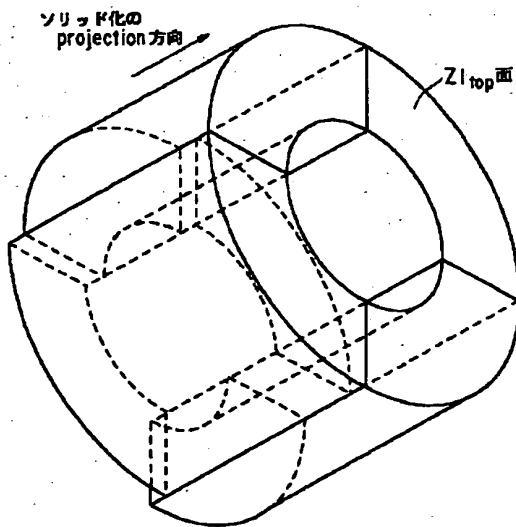
【図 6】



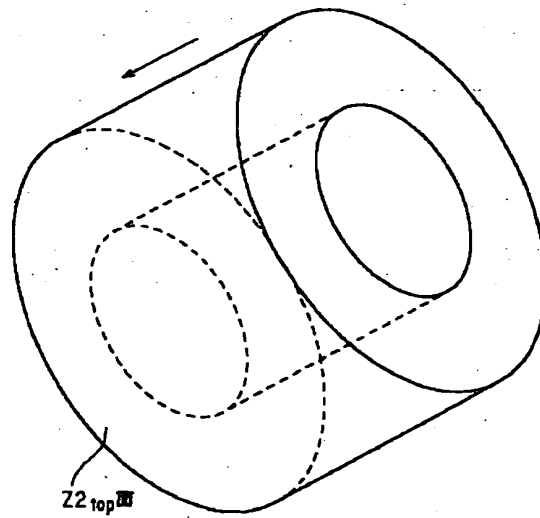
【図 10】



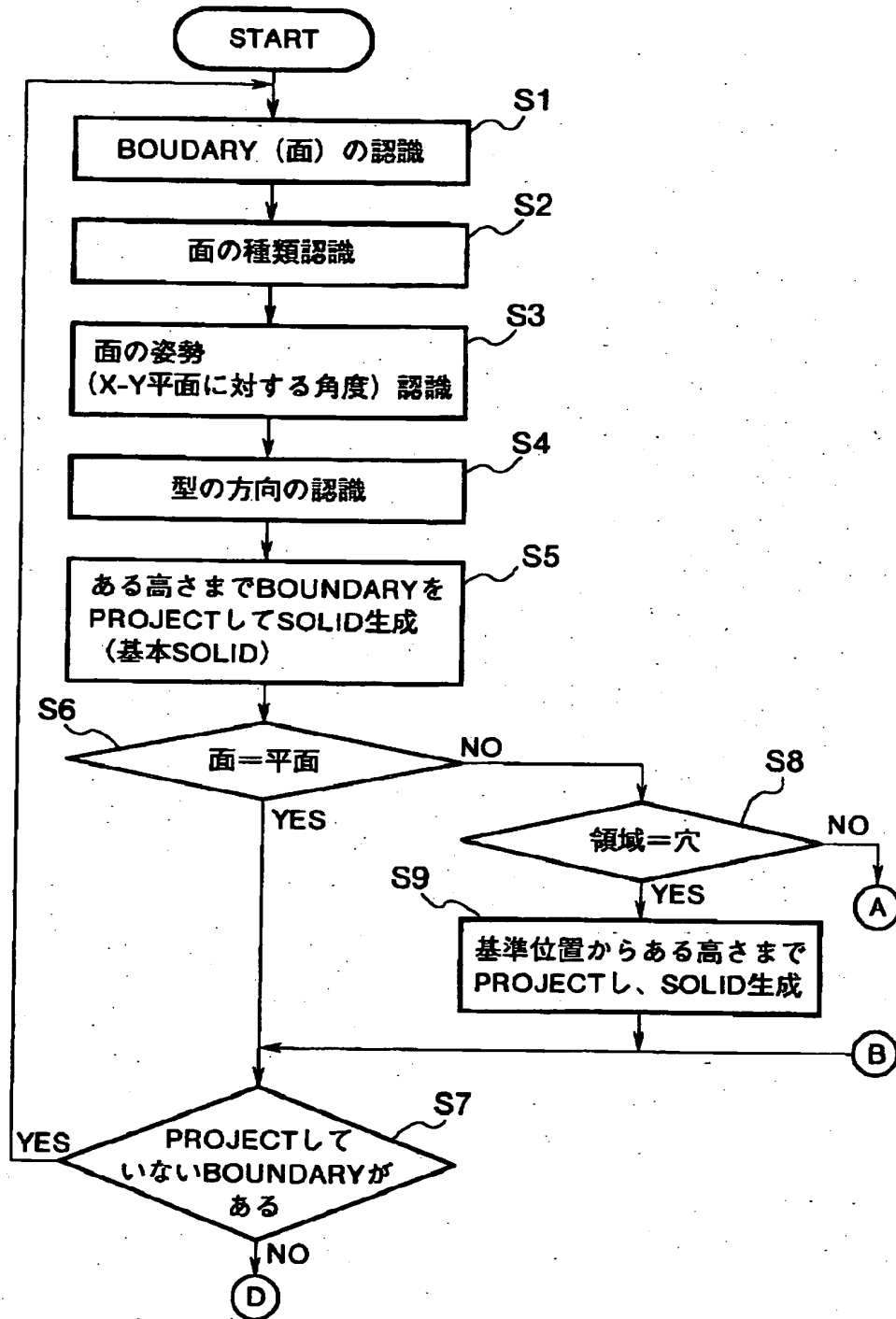
【図 12】



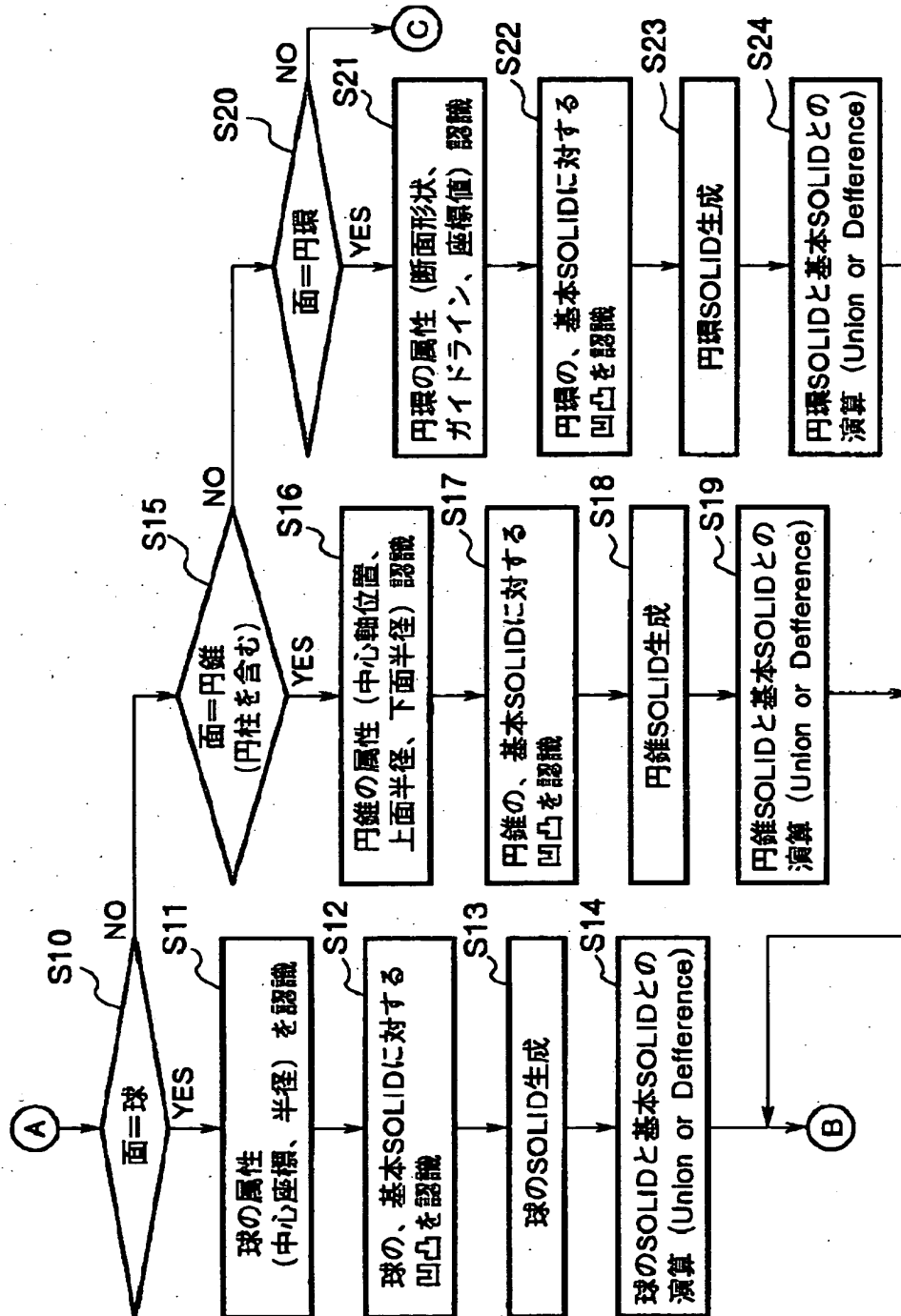
【図 13】



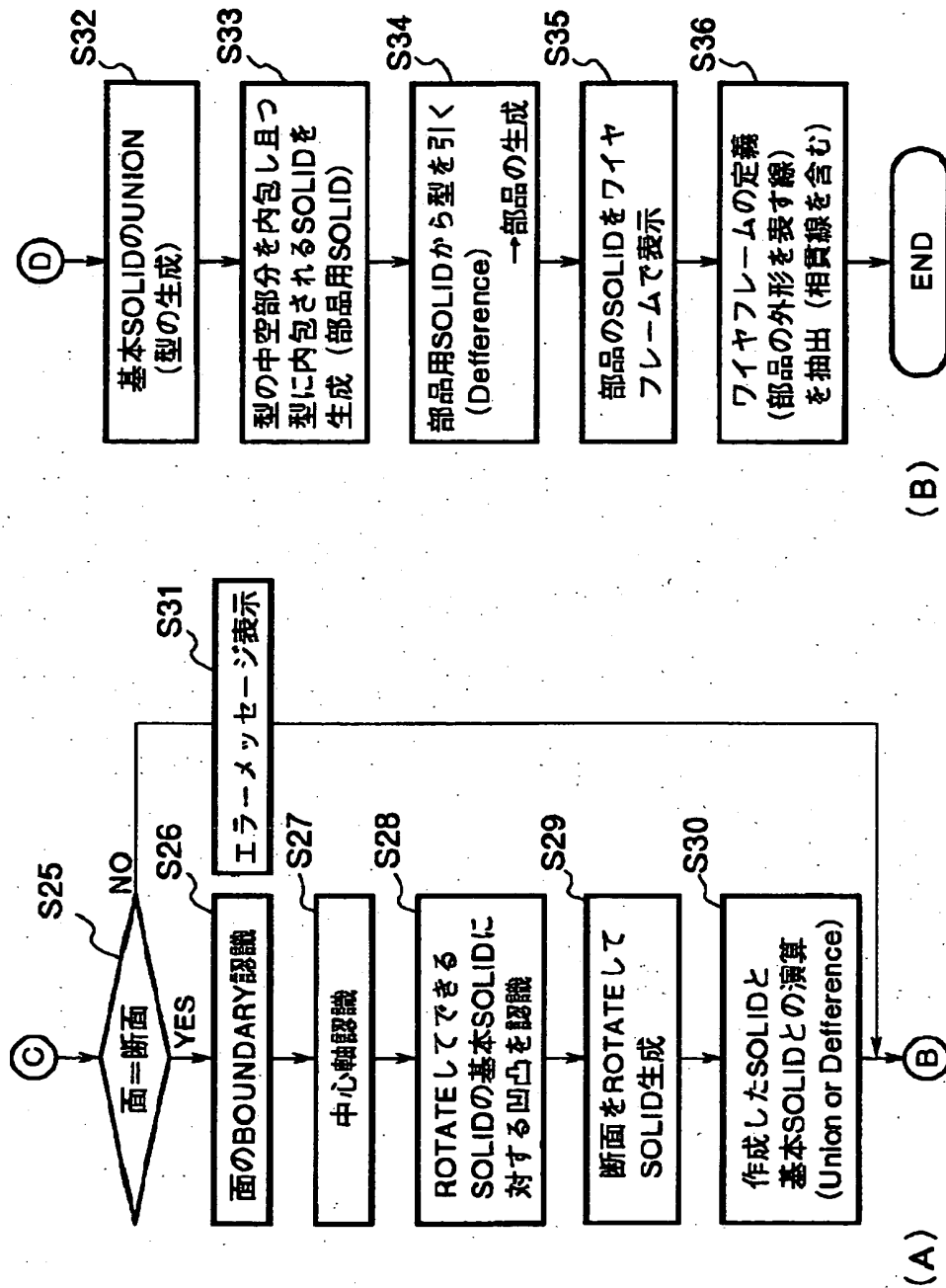
【図7】



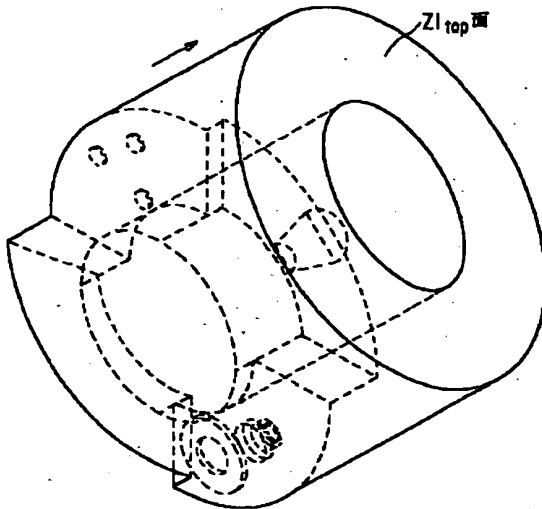
【図8】



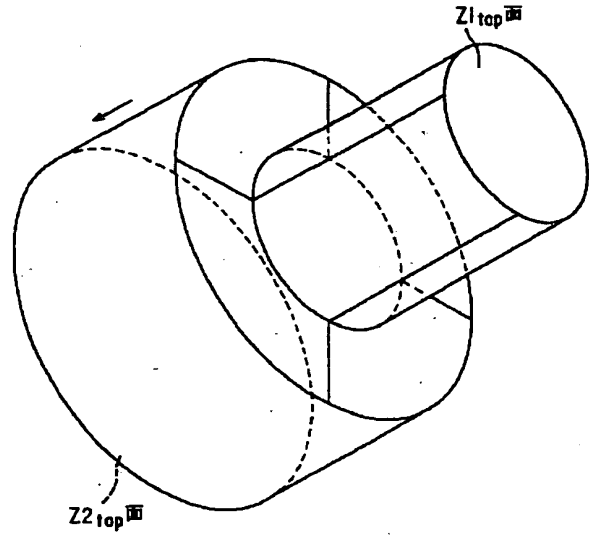
【図 9】



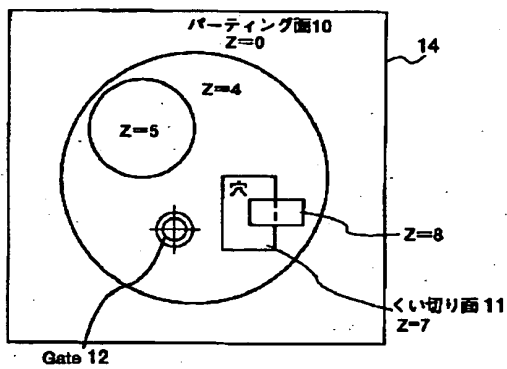
【図14】



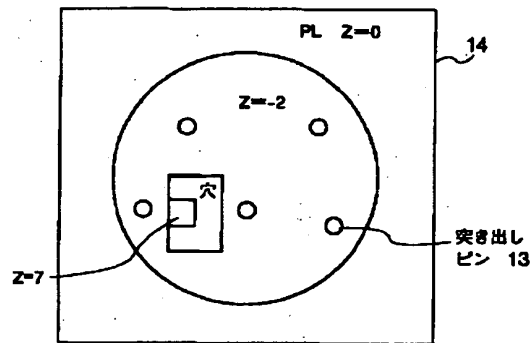
【図15】



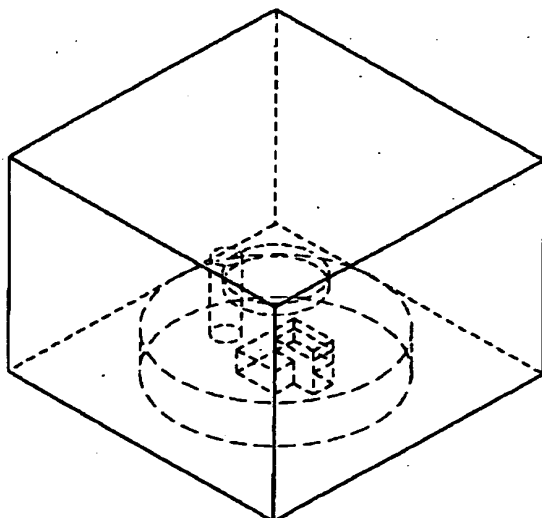
【図17】



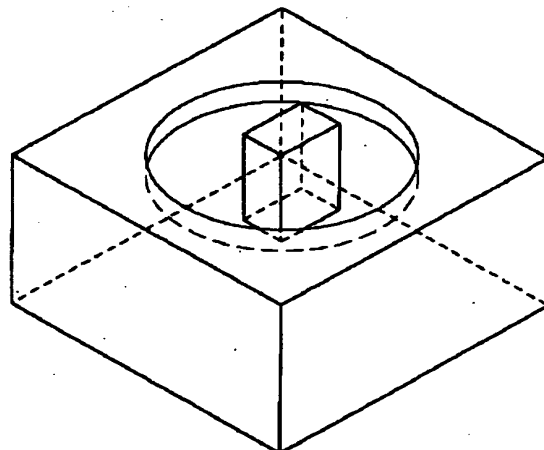
【図18】



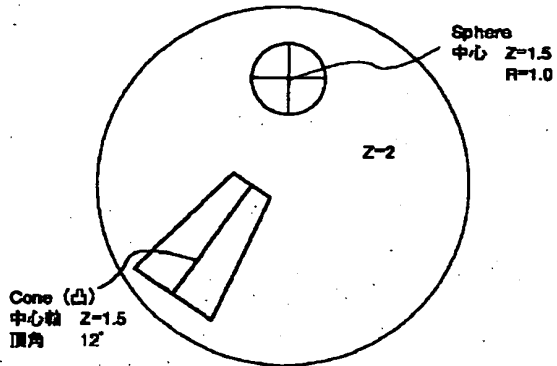
【図19】



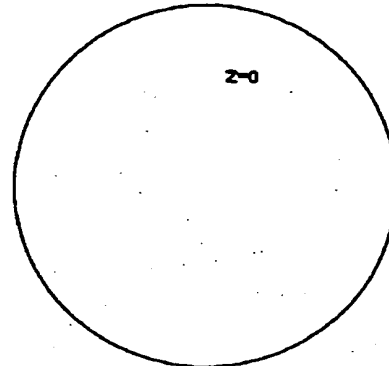
【図20】



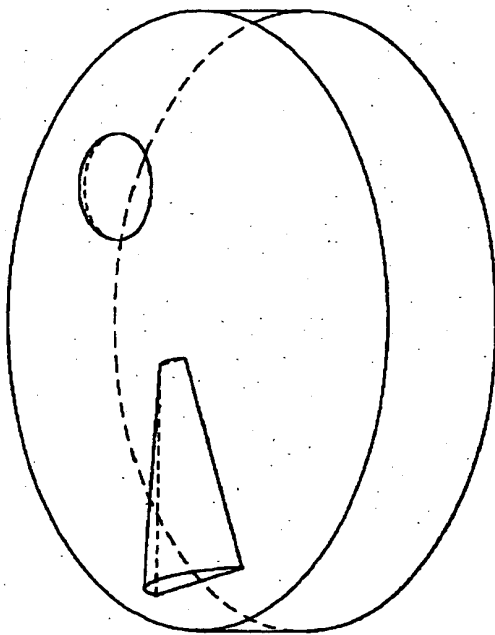
【図22】



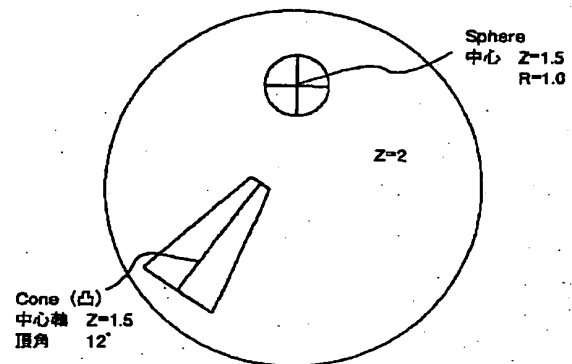
【図23】



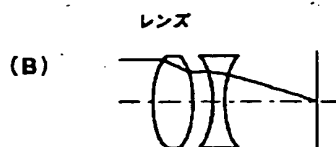
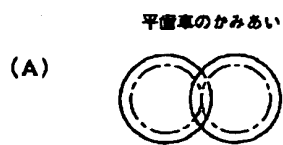
【図24】



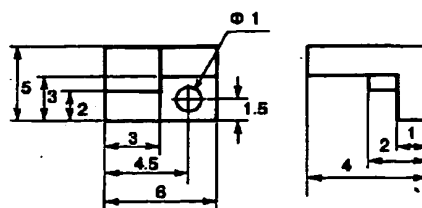
【図25】



【図28】



【図29】



【図26】

```

//Name
//Originator : b3231
//Originated : (RAP) Mon May 16 11:47:06 1995
//Product : EMS PowerPak 03.01.00.13
//Nodename : lp7
//Command :
//Comments :

#include "clminimum.h"
#include "clmacros.h"
#include "excl.h"

main()
{
    /* A'カク'をア'1'し、ア'1'で和をとり、型を作る */
    /* 1ヶ所だけ円錐状の白部を持つ平面を有する部品 */
    /* 図16の部品の円環部、スリ部、球状部、傾斜面を除いた部品に相当 */

    double pt[3];
    struct EXFI_data_st formData;
    double zdepth[256] u_high; 1_high;
    char name[256] wnk[256];

    /* バウンダリーのプロジェク */
    cl$get_element_info(zdepth=&z_depth, name=&name, wnk=&wnk);

    u_high=max(zdepth)+10;
    1_high=min(zdepth)-10;

    i=0;

    while (name[i] != "/0") {
        if (wnk=="+") {
            high=u_high;
        }
        else {
            high=1_high;
        }

        cl$put(cmd_key="EMPSIPr"); /* EMPSIPr "Place Solid of Projection"

        pt[0]=0.0;
        pt[1]=0.0;
        pt[2]=zdepth[i];
        cl$put(point=pt,
            window_name="tp");

        pt[0]=0.0;
        pt[1]=0.0;
        pt[2]=high[i];
        cl$put(point=pt,
            window_name="tp");

        }

    /* 円錐の作成 */
    cl$get_element_info(center_line=&center, u_rad=&rad1, 1_rad=&rad2);

    cl$put(cmd_key="EMPSICnAxr"); /* EMPSICnAxr "Place Solid Cone by Axis and Radil"

    cl$putevent(
        center=center_line,
        rad1=u_rad,
        rad2=1_rad,

```

【図 2 7】

```

name="Cone",
disp=DRAW);

/* 円錐部の "型抜き" */
cispout (cmd_key="EMDIE" ); //EMDIE "Difference of Curves/Surfaces/Solids"

cispoutevent (
    base=solid ( name="cone" ),
    obj=solid ( name="Cone" );

/* 上型の作成 */
k=1;

solid_name [ 0 ]="upper_form"

for (j=0; j<it+1; j++){
    if (wink[j]!="-"){

        solid_name [ k ]= name [j];
        k++;
    }

}

cispout (cmd_key="EMUnE"); //EMUnE "Union of Curves/Surfaces/Solids"

cispoutevent (solid_name);

/* 下型の作成 */
k=1;

solid_name [ 0 ]="lower_form"

for (j=0; j<it+1; j++){
    if (wink[j]!="-"){

        solid_name [ k ]= name [j];
        k++;
    }

}

cispout (cmd_key="EMUnE"); //EMUnE "Union of Curves/Surfaces/Solids"

cispoutevent (solid_name);

/* 部品の作成 */
parts_name [ 0 ]="parts_solid ";
parts_name [ 1 ]="upper_form ";
parts_name [ 2 ]="lower_form ";

cispout (cmd_key="EMDIE"); // "EMDIE "Difference of Curves/Surfaces/Solids"

cispoutevent (parts_name);

/* 相貫線の表示 */

cispout (cmd_key="WireFrame");

cispoutevent (parts_solid);

}

```

【手続補正書】

【提出日】平成8年6月17日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】次に、上記ステップS10において、球面でないと判断された場合には、その面が円錐面であるかどうか判断する（ステップS15）。円錐面であれば、その円錐の属性（中心軸位置、上面半径、下面半径）を認識し（ステップS16）、さらには、円錐の基本ソリッドに対する凹凸を認識する（ステップS17）。そして、上記認識した円錐の属性に基づいて円錐のソリッドを生成し（ステップS18）、上記認識した凹凸に基づいて、この生成した円錐ソリッドと基本ソリッドとの演算を行う（ステップS19）。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正内容】

【0040】つまり、円錐は、中心軸の座標と頂角により定義できる。また、円柱は、円錐の頂角0°の場合である。この場合、部品側で凸となるか凹となるかがわからないため、凹凸の指定も与える。図10の場合、部品側で凸となるため、円錐ソリッド生成後、基本ソリッド1から円錐ソリッドを引く。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正内容】

【0041】次に、上記ステップS15において、円錐面でないと判断された場合には、その面が円環面であるかどうか判断する（ステップS20）。円環面であれば、その円環の属性（断面形状、ガイドライン、座標

値）を認識し（ステップS21）、さらには、円環の基本ソリッドに対する凹凸を認識する（ステップS22）。そして、上記認識した円環の属性に基づいて円環のソリッドを生成し（ステップS23）、上記認識した凹凸に基づいて、この生成した円環ソリッドと基本ソリッドとの演算を行う（ステップS24）。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】つまり、円環は、円環の断面形状と、断面形状をスライドさせる基準線とで与えられる。この円環の場合も、凹凸の指定を与える。図10の場合、部品側で凸であるため、円環を生成した後、基本ソリッド1から引く。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】次に、上記ステップS20において、円環面でないと判断された場合には、その面が断面であるかどうか判断する（ステップS25）。断面であれば、その面の境界及び中心軸を認識し（ステップS26、S27）、さらには、回転（ROTATE）してできるソリッドの基本ソリッドに対する凹凸を認識する（ステップS28）。そして、上記認識した境界及び中心軸に基づいて断面を回転してソリッドを生成し（ステップS29）、上記認識した凹凸に基づいて、この生成したソリッドと基本ソリッドとの演算を行う（ステップS30）。その後、上記ステップS7に進み、まだ投影していない境界があれば、上記ステップS1に戻って、上記の処理を繰り返す。